



(19)

(11) Publication number:

0

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: **05055132**(51) Intl. Cl.: **G11B 7/08 G02B 7/02 G11B**(22) Application date: **20.02.93**

<p>(30) Priority:</p> <p>(43) Date of application publication: 02.09.94</p> <p>(84) Designated contracting states:</p>	<p>(71) Applicant: RICOH CO LTD</p> <p>(72) Inventor: SAKUYAMA HIROYUKI</p> <p>(74) Representative:</p>
---	---

(54) TILT CHECKING DEVICE FOR OBJECTIVE LENS

(57) Abstract:

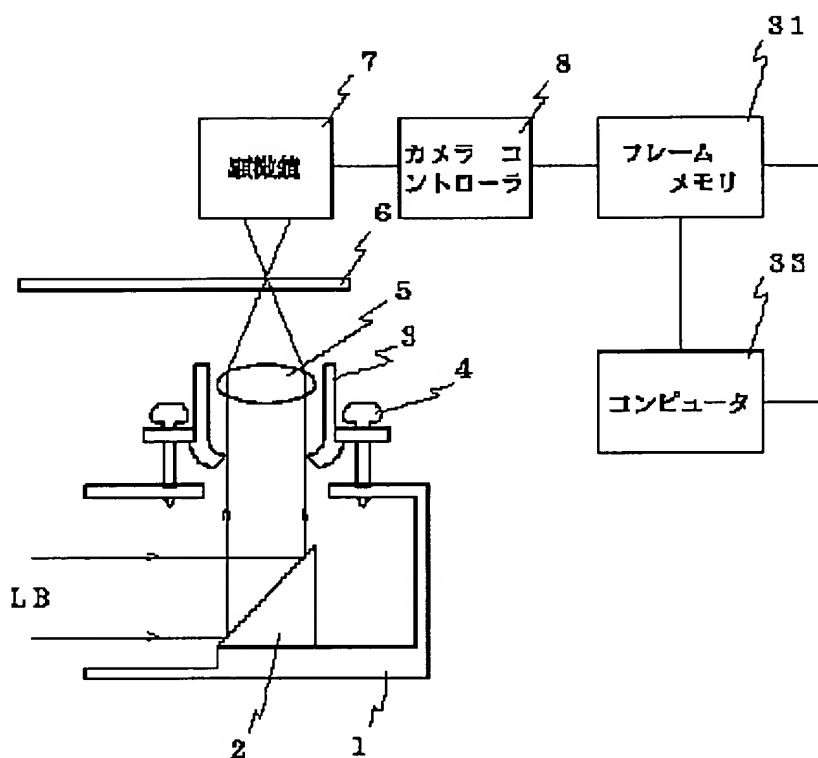
PURPOSE: To quantitatively check the tilting degree of an objective lens actuator by fetching temporarily the spot image in a frame memory from a camera controller and then applying the arithmetic processing to the spot image.

CONSTITUTION: A spot image is fetched in a frame memory 31 through a microscope 7 and camera controller 8 by a command of a computer 33. Then the spot image is displayed on the screen of a TV monitor 32. The intensity of a primary ring formed on a segment is measured in regard of the intensity distribution of the spot image shown on an image pickup element. Then the peak position R_i of the ring is calculated together with the intensity K_i of the position R_i . The sum totals (a)-(d) of intensity K_i of the ring are

BEST AVAILABLE COPY

calculated for each of areas divided by a virtual straight line set on the virtual image pickup element. These totals (a)-(d) are multiplied by constants K1 and K2 so that the tilting degrees of an objective lens actuator are known in two directions, e.g. (x) and (y).

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-24

(43)公開日 平成6年(1994)

(51)Int. CL ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術
G 1 1 B 7/08	A	8524-5D		
G 0 2 B 7/02	C			
G 1 1 B 7/12		7247-5D		

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全

(21)出願番号 特開平5-55132

(22)出願日 平成5年(1993)2月20日

(71)出願人 000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込1丁目3番6
(72)発明者 作山 宏幸
東京都大田区中馬込1丁目3番6
会社リコー内
(74)代理人 弁理士 宮川 俊崇

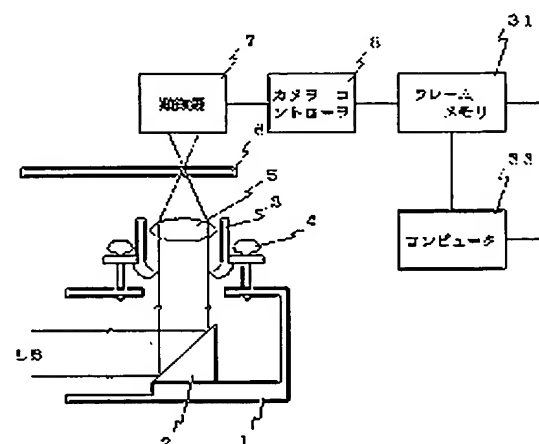
(54)【発明の名称】 対物レンズ傾き検査装置

(57)【要約】

【目的】 光ピックアップの組み立て工程における対物レンズアクチュエータの傾き調整のレンズ傾き検査装置において、レンズのチルト量を定量化することにより、スポット検査工程の自動的を可能にし、作業者の負担を軽減すると共に、品質のバラつきを防止する。

【構成】 画像素子上のスポット画像を、強度がピークの点を通る2本の直交線で4つの領域に分割し、各領域毎に、1次リングの強度の総和a~dを求め、 $k1 \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$ によって、チルト量を演算する。

【効果】 1次リングのピーク強度のみを使用した簡単な計算で、チルト量(傾き量)が求められる。



(2)

特開平6-24

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズからの出射光を撮像素子上に結像させ、該素子上の点(x, y)における強度I(x, y)を用いて演算処理を行う対物レンズ傾き検査装置において、

処理手段として、

前記強度I(x, y)がピークとなる点P(x_p, y_p)を求める手段と、

前記点P(x_p, y_p)を一端とした前記撮像素子上の複数の線分の上における強度分布I_i(x, y)(i = 1 ~ n)を求める手段と、

前記各強度分布I_i(x, y)における1次リングのピーク位置R_iの強度K_iを検出する手段と、

前記点P(x_p, y_p)で直交する仮想的な2直線によって分割される前記撮像素子上の4つの領域を、左回りにA, B, C, Dとし、各領域のピーク強度の総和を、順にa, b, c, dとして、

【数1】

$$a = \sum_i K_i$$

$$b = \sum_i K_i$$

$$c = \sum_i K_i$$

$$d = \sum_i K_i$$

としたとき、k₁, k₂を定数として、

k₁ {(a+d) - (b+c)} / (a+b+c+d) または、

k₂ {(a+b) - (c+d)} / (a+b+c+d) を求める手段、とを備えたことを特徴とする対物レンズ傾き検査装置。

【請求項2】 レンズからの出射光を撮像素子上に結像させ、該素子上の点(x, y)における強度I(x, y)を用いて演算処理を行う対物レンズ傾き検査装置において、

処理手段として、

前記強度I(x, y)がピークとなる点P(x_p, y_p)を求める手段と、

前記点P(x_p, y_p)を一端とした前記撮像素子上の複数の線分の上における強度分布I_i(x, y)(i = 1 ~ n)を求める手段と、

前記各強度分布I_i(x, y)における1次暗帯のボトム位置B_i、1次リングのピーク位置R_i、2次暗帯の

A, B, C, Dとし、各領域について、位置B_iにいたる点までの1次リング領域の強度を、順にa, b, c, dとし、

【数2】

$$a = \sum_i S_i$$

$$b = \sum_i S_i$$

$$c = \sum_i S_i$$

$$d = \sum_i S_i$$

としたとき、k₁, k₂を定数として、

k₁ {(a+d) - (b+c)} / (a+b) または、

k₂ {(a+b) - (c+d)} / (a+b) を求める手段、とを備えたことを特徴とする傾き検査装置。

20 【請求項3】 請求項2の検査装置において各強度分布I_i(x, y)における1次暗帯位置A_iから2次暗帯のボトム位置B_iにいたる画素数をm_i、その強度の和をS_iとし、各B, C, Dについて、平均強度を、順にa, とし、

【数3】

$$a = \sum_i (S_i / m_i)$$

$$b = \sum_i (S_i / m_i)$$

$$c = \sum_i (S_i / m_i)$$

$$d = \sum_i (S_i / m_i)$$

としたとき、k₁, k₂を定数として、

k₁ {(a+d) - (b+c)} / (a+b) または、

k₂ {(a+b) - (c+d)} / (a+b) を求める手段、とを備えたことを特徴とする傾き検査装置。

【請求項4】 請求項1から請求項3の検査で、

1次リングのピーク位置R_i(i = 1 ~ n)と強度を定数とR₀(i = 1, 2)領域と

30

40

(3)

特開平6-24

$$a = \sum_i^3 (K_i - BGL)$$

$$b = \sum_i (K_i - BGL)$$

$$c = \sum_i (K_i - BGL)$$

【数5】

$$d = \sum_i (K_i - BGL)$$

あるいは、

【数6】

$$a = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$b = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$c = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$d = \sum_i (S_i - BGL)$$

あるいは、

【数7】

$$a = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$b = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$c = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$d = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

としたとき、 k_1 、 k_2 を定数として、

$$k_1 \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$$

または、

$$k_2 \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d)$$

を求める手段、とを備えたことを特徴とする対物レンズ傾き検査装置。

【請求項5】 請求項4の検査装置において、各強度分布 $I_i(x, y)$ における1次暗帯のボトム位置 A_i の強度の最小値を、定数 BGL としたことを特徴とする対物レンズ傾き検査装置。

【請求項6】 請求項4の検査装置において、各強度分布 $I_i(x, y)$ における1次暗帯のボトム位置 A_i の強度の平均値を、定数 BGL としたことを特徴

4

g)を用いて演算処理を行う手段を備えたことを特徴とする対物レンズ傾き検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、光ビックみ立て工程における対物レンズアクチュエー整で使用する光ビックアップのレンズ傾き検り、特に、レンズの傾き量（チルト量）を定とによって、スポット検査工程の自動化を可作業者の負担を軽減すると共に、品質のバラした対物レンズ傾き検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ビックアップの組み立て工物レンズアクチュエータの傾き調整が必要でから、対物レンズアクチュエータの傾きの調では、顕微鏡とカメラ、モニターを使用し、の代りに、同じ厚さを有するカバーガラスを行に設置して、対物レンズのスポットを顕微で観察する光学ヘッド調整方法が用いられて

20

昭63-253538号公報）。
【0003】図13は、従来の光学ヘッド調う調整装置について、その要部構成の一例をる。図において、1は光ビックアップのハウは偏向プリズム、3はアクチュエータ、4は対物レンズ、6はカバーガラス、7は顕微鏡ラコンローラ、9はTVモニター、LBは示す。

【0004】この図13に示すように、光ビのハウジング1には、偏向プリズム2が設ける。また、ハウジング1の上部に、アクチュあり、その中に、対物レンズ5が設けられて
【0005】アクチュエータ3は、ネジ4にジング1に固定されているが、ネジ4の締めることにより、アクチュエータ3の傾きを調ができる。また、光ディスクと同じ厚みを有ガラス6が、アクチュエータ3の上部に、光ブのハウジング1と平行に設置されている。

30

【0006】従来の対物レンズアクチュエー調整工程は、次のように行う。偏向プリズムザ光LBを入射し、対物レンズ5によって形ボットを顕微鏡7で観察する。顕微鏡7にはないカメラが接続されており、カメラコント通して、TVモニター9の画面上にスポットる。

【0007】作業者は、このスポットの表示

(4)

特開平6-24

5

6

布の立体図、(2)は(1)の上方から見た図である。図において、11は中心部、12はその周辺部、13は1次暗帯を示し、Hは垂直方向の面を示す。

【0009】スポットの強度分布は、図14(1)に示すように、釣鐘状の形状であり、中心部11をメインローブ、また、その周辺部12を1次リングと呼ぶ。この図14(1)のスポットの強度分布を、その上方から見ると、図14(2)に示すように、メインローブである中心部11に対して、1次暗帯13を介して、対称的に、周辺部12の1次リングが存在している。この状態を詳しく説明するために、次の図15を示す。

【0010】図15は、図14(1)の強度分布を面Hで切断した断面図である。図における符号は図14と同様であり、また、14は1次リングのピーク、15は1次暗帯13のボトム、16は2次暗帯のボトム、17は1次暗帯のボトム15と2次暗帯のボトム16とで挟まれた領域を示す。

【0011】この図15と先の図14(1)から明らかなように、一般的なスポットの強度分布は、メインローブ(中心部11)に対して、左右対称に1次リングが存在し、1次リングのピーク14を挟んで、1次暗帯のボトム15と、2次暗帯のボトム16とが存在する。この1次リングの強度は、対物レンズアクチュエータの傾きに敏感であり、対物レンズの光軸と光ディスクとが垂直な場合には、この図15のような強度分布になるが、垂直でない場合には、左右の1次リングにアンバランスが生じる。

【0012】図16は、対物レンズアクチュエータの傾きと1次リングの強度との関係を示す図で、(1)は対物レンズの光軸と光ディスクの面とが垂直の場合、(2)は両者が垂直でない場合を示す。図において、18は対物レンズの光軸、19は光ディスクを示す。

【0013】この図16(1)に示すように、対物レンズの光軸18と光ディスク19の面とが垂直の場合には、1次リングは左右ほぼ均等である。しかし、垂直でない場合には、図16(2)のように、1次リングは、左右がアンバランスになる。

【0014】そこで、この図16(2)に示すような、ある特定の断面〔例えば、図14(1)の面Hのような〕における1次リングのアンバランスや、メインローブの周囲の1次リング全体(一周分)の強度に基いて、対物レンズアクチュエータの傾きを検出することが可能である。ところが、一般に、1次リングの光量は、メインローブの光量の数%程度であり、必ずしも、常にリング全体を正確に測定することは困難である。

エータの傾き検査装置〕)。しかし、この先検査装置では、このようにして測定された1度を使用して、対物レンズアクチュエータの的に算出する手段については、述べていない【0016】

【発明が解決しようとする課題】この発明で光ピックアップの組み立て工程における対物チェータの傾き調整工程で生じるこのよう解決すると共に、先に提案した検査装置による1次リング強度の測定に基いて、対物レンエータの傾きが定量的に算出できるようにし、の負担を軽減すると共に、傾き調整工程の効向上させた対物レンズアクチュエータの傾き提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明ではレンズからの出射光を撮像素子上に結像させる点(x, y)における強度I(x, y)を処理を行う対物レンズ傾き検査装置においてとして、前記強度I(x, y)がピークとなp, yp)を求める手段と、前記点P(xp, yp)とした前記撮像素子上の複数の線分の上度分布Ii(x, y)(i=1~n)を求め前記各強度分布Ii(x, y)における1次ーク位置Riの強度Kiを検出する手段と、(xp, yp)で直交する仮想的な2直線にされる前記撮像素子上の4つの領域を、左回B, C, Dとし、各領域のピーク強度の総和a, b, c, dとして、

【数8】

$$a = \sum_i K_i$$

$$b = \sum_i K_i$$

$$c = \sum_i K_i$$

$$d = \sum_i K_i$$

としたとき、k1, k2を定数として、
k1 { (a+d) - (b+c) } / (a+b)
または、
k2 { (a+b) - (c+d) } / (a+b)
を求める手段、とを備えた構成である。

【0018】第2に、レンズからの出射光を

(5)

特開平6-24

7

8

数の線分の上における強度分布 $I_i(x, y)$ ($i = 1 \sim n$) を求める手段と、前記各強度分布 $I_i(x, y)$ における1次暗帯のボトム位置 A_i 、1次リングのピーク位置 R_i 、2次暗帯のボトム位置 B_i を検出する手段と、前記各強度分布 $I_i(x, y)$ 上において、位置 A_i から位置 B_i にいたる点までの強度の和を S_i とし、前記点 $P(x_p, y_p)$ で直交する仮想的な2直線によって分割される前記撮像素子上の4つの領域を、左回りにA、B、C、Dとし、各領域について、位置 A_i から位置 B_i にいたる点までの1次リング領域の強度の総和を、順にa、b、c、dとし、

【数9】

$$a = \sum_i S_i$$

$$b = \sum_i S_i$$

$$c = \sum_i S_i$$

$$d = \sum_i S_i$$

としたとき、 k_1 、 k_2 を定数として、
 $k_1 \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$
 または、
 $k_2 \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d)$
 を求める手段、とを備えた構成である。

【0019】第3に、上記第2の検査装置において、各強度分布 $I_i(x, y)$ における1次暗帯のボトム位置 A_i から2次暗帯のボトム位置 B_i にいたる点までの画素数を m_i 、その強度の和を S_i とし、各領域A、B、C、Dについて、平均強度を、順にa、b、c、dとし、

【数10】

$$a = \sum_i (S_i / m_i)$$

$$b = \sum_i (S_i / m_i)$$

$$c = \sum_i (S_i / m_i)$$

$$d = \sum_i (S_i / m_i)$$

としたとき、 k_1 、 k_2 を定数として、
 $k_1 \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$
 または、

B、C、Dについて、各領域のピーク強度のリング領域の強度の総和、あるいは平均強度数BGLを減じた値を、順にa、b、c、d【数11】

$$a = \sum_i (K_i - BGL)$$

$$b = \sum_i (K_i - BGL)$$

$$c = \sum_i (K_i - BGL)$$

$$d = \sum_i (K_i - BGL)$$

あるいは、
 【数12】

$$a = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$b = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$c = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$d = \sum_i (S_i - BGL)$$

あるいは、
 【数13】

$$a = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$b = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$c = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$d = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

としたとき、 k_1 、 k_2 を定数として、
 $k_1 \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$
 または、
 $k_2 \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d)$
 を求める手段、とを備えた構成である。

【0021】第5に、上記第4の検査装置に強度分布 $I_i(x, y)$ における1次暗帯の A_i の強度の最小値を、定数BGLとした構

【0022】第6に、上記第4の検査装置に強度分布 $I_i(x, y)$ における1次暗帯の

ある。

【0024】

【作用】この発明では、カメラコントローラからのスポット画像を一旦フレームメモリに取り込み、この画像に演算処理を行うことによって、対物レンズアクチュエータの傾き量（チルト量）を測定する。具体的にいえば、先に提案した検査装置と同様に、1次リング強度を測定し、その測定結果を演算処理することによって、対物レンズアクチュエータの傾き量を定量的に検知する。

【0025】すでに述べたように、撮像素子上のスポット画像がフレームメモリ上に投影されるため、撮像素子上の想定した x 、 y 座標を、フレームメモリの x 、 y 座標として取り扱うことが可能となり、スポットの各部分の強度 I は、フレームメモリの座標 (x, y) の関数 $I(x, y)$ として処理することができる。この発明でも、先に提案した検査装置と同様に、1次リングの強度を測定するので、最初に、1次リング強度の測定の基本原理について説明する。

【0026】先に提案した検査装置では、1次暗帯と、1次リングのピークには、判別しやすい部分と、そうでない部分とが存在している。しかし、判別しやすい箇所に基づいて、判別しにくい箇所を推定することは可能であり、このような基本認識によって、1次リングの強度を測定する。

【0027】図2は、この発明において、1次リングの強度測定の基本原理を説明するスポットの強度分布の一例を示す図である。図において、11と12は図14と同様で、11は中心部、12はその周辺部、21は非リング部、22は明瞭な1次暗帯のボトムを経験的に滑らかに結んだ線、23は明瞭な1次リングのピークを同様に経験的に滑らかに結んだ線、24はメインローブを強度一定の位置で切断した閉曲線、25は検出しにくい2次暗帯のボトムの推定線を示す。

【0028】この図2に示すように、この発明では、破線で示した22、すなわち、明瞭な1次暗帯のボトムを経験的に滑らかに結んだ線22と、同じく破線の23、すなわち、明瞭な1次リングのピークを同様に経験的に滑らかに結んだ線23とによって、リングが判別がしにくい部分（非リング部21）における1次暗帯のボトム、1次リングのピーク位置を推定することが可能である、という点に着目している。

【0029】逆にいえば、これらの線22、23が得られれば、リングが判別がしにくい部分（非リング部21）においても、1次暗帯のボトム、1次リングのピーク位置の推定が可能であり、ノイズ等が生じて過検出し

めることができるので、この閉曲線24と、暗帯のボトムを経験的に滑らかに結んだ線2「拡大倍率」を正確に求めることによって、のピーク強度を検出することが可能となり、定の結果を利用することで、対物レンズアクの傾き量の検査が正確に行える、という技術この発明のポイントである。実施例としては1から第6までの実施例を説明する。

【0031】具体的には、スポットの強度分 (x, y) について、そのピーク点 P をそれ（始端）とする n 本の線分 l 、すなわち、(1)のような断面 H を、角度 θ ごとに設定 l 上で、強度分布 $I_l(x, y)$ を求める。求項1の発明（第1の実施例）では、1次リング強度のみによって、簡単な計算で、対物レューエータの傾き量（チルト量）を求める点にている。

【0032】また、請求項2の発明（第2のは、チルト測定の精度を向上させるために、領域全体の強度によって、対物レンズアクチ傾き量を求める点に特徴を有している。請求（第3の実施例）では、1次リング領域全体める場合に、その平均強度を使用することによに対する計算値の直線性をより向上させてズアクチュエータの傾き量を求める点に特徴る。

【0033】請求項4の発明（第4の実施例上の請求項1から請求項3の発明において、する計算値の直線性をより向上させる際に、対する感度を上げることにより、微少なチル可能にすると共に、測定精度を向上させる点し、同様に、請求項5の発明（第4の実施例の請求項4の発明において、チルト量に対すける場合に、ノイズの影響を回避して、よりトの検出と、測定精度の向上とを可能にするックグラウンドのレベル値として、1次暗帯置の強度を使用する点に特徴を有している。

【0034】請求項6の発明（第5の実施例の請求項4の発明において、チルト量に対すける場合に、ノイズの影響を回避するためにラウンドのレベル値として、1次暗帯のボト度の平均値を使用する点に特徴を有しているの発明（第6の実施例）では、スポットの強に強くて、ピーク付近で飽和している場合に (x_n, y_n) および強度 $I_l(x_n, y_n)$

11

次リングの強度を利用する。

【0035】そのために、スポットの強度分布 I_i (x, y) について、そのピーク点 P をそれぞれ一端 (始端) とする n 本の線分 l_i 、すなわち、先の図14 (1) のような断面 H を、角度 θ_i ごとに設定し、各線分 l_i 上で、強度分布 $I_i(x, y)$ を求めて、1次リングのピーク位置の強度を検出し、あるいは、さらに、1次暗帯のボトム位置、2次暗帯のボトム位置を検出する。その後、これらの強度分布 $I_i(x, y)$ における1次リングのピーク位置の強度を、仮想的な2直線で分割した4つの領域について、このピーク強度を求める演算を行って、レンズの傾き量を求める。

【0036】

【実施例1】次に、この発明の対物レンズアクチュエータの傾き検査装置について、図面を参照しながら、その実施例を詳細に説明する。この実施例は、主として、請求項1の発明に関連しているが、ハード構成やスポットの強度分布における1次リングの強度測定の基本原

理は、請求項2から請求項7の発明とも関連している。
【0037】図1は、この発明の対物レンズアクチュエータの傾き検査装置について、その要部構成の一実施例を示す機能ブロック図である。図における符号は図13と同様であり、また、31はフレームメモリ、32は9と同様なTVモニター、33はコンピュータ、34はディスプレイを示す。

【0038】この図1で、光ピックアップのハウジング1からカメラコントローラ8までの構成と動作は、先の図13と同様である。この図1に示すこの発明では、スポットの像を、コンピュータ33からのコマンドによって、顕微鏡7、カメラコントローラ8を通して、フレームメモリ31に取り込み、その生画像をTVモニター32の画面上に表示する。

【0039】一方、コンピュータ33は、コマンドを出力した後、フレームメモリ31に蓄積された画像に、請求項1から請求項7の処理を加え、その結果をディスプレイ34に表示する。すでに図2に関連して説明したように、この発明は、破線で示した22、すなわち、明瞭な1次暗帯のボトムを経験的に滑らかに結んだ線22と、同じく破線の23、すなわち、明瞭な1次リングのピークを同様に経験的に滑らかに結んだ線23とによって、リングが判別がしにくい部分 (非リング部21) における1次暗帯のボトム、1次リングのピーク位置を推定することが可能である、という点に着目している。

【0040】ここで、先の図2について、さらに詳しく説明すれば、1次暗帯は、メインローブと隣接して、

(7)

特開平6-24

12

の線は、明瞭な1次暗帯のボトムを経験的にんだ線22で代用することが可能である。同線24を相似拡大した仮定の線は、先の23ち、明瞭な1次リングのピークを同様に経験的に結んだ線23で代用することが可能である。
【0042】そして、この閉曲線24によって判別がしにくい部分 (非リング部21) をた、誤ったリング検出を補正することが可能た。この閉曲線24によって、通常は、非常に2次暗帯のボトム (破線で示す25) をともできる。その上で、閉曲線24と、明瞭のボトムを経験的に滑らかに結んだ線22と大倍率」を正確に求めることによって、対物チェータの傾き量 (チルト量) の検出を正とができる。

【0043】図3は、光ピックアップにおけるスポットの強度分布の一例を示す立体図であいて、 I は撮像素子上の座標 (x, y) のス度、 P はスポットの強度がピークとなる点、を一端とし、 x 軸と角度 θ_i をなす撮像素子示し、また、26は点 P と線分 l_i とを結ぶず。

【0044】この図3は、従来例で示した先(1)と同様に、スポットの強度分布の一例で図3では、スポットの像が結ばれる撮像素子般に撮像素子は平面である) を想定し、このおおよび y 軸を取り、撮像素子上の点 (x, y スポットの強度を $I(x, y)$ 、スポットのクとなる点を $P(x_p, y_p)$ としている。

【0045】なお、この図3では、理解を容めに、点 P と座標原点とを一致させて示して I_i は、この点 P を一端とし、 x 軸と角度 θ 像素子上の線分である。先の図1に示した構置では、撮像素子上のスポット像は、フレー1上に投影されるので、撮像素子上に想定し標は、フレームメモリ31の x, y 座標とすることができ

【0046】したがって、スポットの各部分は、フレームメモリ31の座標 (x, y) の (x, y) として処理することができ。こ分 l_i についても、全く同様である。

【0047】この場合に、一般に、座標 (x, y) は整数値であるが、精度上の必は、公知の線形補間の処理によって、(x, y) は (x', y') に、小数以下の値をもち

13

布を示す図である。図における符号は図3と同様であり、また、 M_i は強度 $I_i(x, y) = I_i(x_p, y_p) \times (rh)$ となる位置、 R_i は強度が極大となる位置、27はメインローブから位置 M_i に近づく方向、28は位置 M_i から位置 R_i に近づく方向を示す。

【0049】この図4は、図3の垂直面26における強度分布で、横軸は線分 l_i 、縦軸はスポットの強度 $I_i(x, y)$ を示している。先に提案した検査装置では、この図4に示すような各線分 l_i 上で、強度がほぼ $I_i(x_p, y_p) \times (rh)$ となる位置 M_i と、強度が極大となる位置 R_i とを検出する。

【0050】そして、位置 R_i が存在する線分 l_i 上における1次リングの強度分布上で、ピーク点Pから位置 M_i までの距離 PM_i と、ピーク点Pから位置 R_i までの距離 PR_i とを求め、その拡大倍率 β を計算する。このような処理を、角度 θ_i ごとの全ての断面について行うことにより、リングの明瞭不明瞭に関係なく、1次リングのピーク強度を正確に求めることができる。

【0051】次に、この1次リングのピーク強度の測定時の動作を、具体的に説明する。すでに述べたように、撮像素子上のスポット画像がフレームメモリ31上に投影されるので、撮像素子上の想定した x, y 座標を、フレームメモリの x, y 座標として取り扱うことが可能となり、スポットの各部分の強度 I_N は、フレームメモリの座標 (x, y) の関数 $I_N(x, y)$ として処理することができる。

【0052】この1次リングのピーク強度の測定時には、次の①～⑨の手順によって、対物レンズアクチュエータの傾き検査を行う。なお、手順①～⑨は、この強度測定の基本的な処理である。

【0053】① 図1のフレームメモリ31上にスポット画像を取り込む。

② 強度 $I(x, y)$ がピークとなる点P (x_p, y_p) を求める。

【0054】③ 点P (x_p, y_p) を通る n 数の線分 l_i を設定し、各線分 l_i 上での強度分布 $I_i(x, y)$ を求め、 $\beta = \sum_i [(PR_i / PM_i) / n']$

【0059】この式(1)で、 n' は前記2つの位置が求められた i の個数で、 $n' \leq n$ である。この β が、先の図2で説明した拡大倍率に相当する。

⑧ 先の⑦で求めた拡大倍率 β に基いて、全ての i について、 $PM_i \times \beta = PR_i'$ となる位置 R_i' を求める。また、必要に応じて、線形補間によって位置 R_i' を計算する。

(8)

特開平6-24

14

* $y)$ を求める。ここで、線分 l_i は、 $y = (x \times (\tan \theta_i) + y_p)$ で表わすことができ、 l_i と x 軸とのなす角である。また、 $i = 1, \dots, n$ である。

【0055】④ 各線分 l_i に関して、先の強度分布 I_i の(1次リングが)ピークとなる $p, y_p)$ を始点として、 $I_i(x, y) = p, y_p) \times (rh)$ となる位置 M_i を探す。は、図4の点Pの強度 $I_i(x_p, y_p)$ か

19 の方向に、位置 M_i を探す処理に相当する。 $h)$ は、 $0 < (rh) < 1$ の適当な定数であり、要に応じて、線形補間によって位置 M_i を計

【0056】⑤ 各線分 l_i に関して、強度大または極値の最大値となる位置 R_i を探す。は、図4の位置 M_i から矢印28の方向に、探す処理に相当する。この場合には、公知のを用いる。なお、点Pから位置 M_i までの距離と、点Pから位置 R_i までの距離 PR_i との $M_i < PR_i$ の関係がある。

20 【0057】全ての i について、位置 R_i がときは、画像内に1次リングが存在しない、で、処理を終了する。この場合は、測定対象しないケースである。そして、すでに述べた上の手順①～⑤は、この1次リング強度の測る基本的な処理である。位置 R_i が存在するの⑥に進む。

【0058】⑥ 先の⑤で、位置 R_i が存在は、 R_i が存在した i について、ピークとなる $p, y_p)$ から位置 M_i までの距離 PM_i と位置 R_i までの距離 PR_i との距離の比、す離 PM_i に対する距離 PR_i の比を、 (PR_i / PM_i) によって求める。

⑦ 位置 R_i が存在した i について、次の式で、 β を求める。

【数14】

..... (1)

について、リングの明瞭不明瞭に関係なく、1ピーク強度を求めることができる。

【0061】また、角度 θ_i を十分に大きく位置 R_i' を結んだ多角形あるいは閉曲線とリングのピーク形状を得ることができる。以た1次リングの強度測定時の処理について、①～⑨のフローチャートを示す。なお、主眼

15

ューエータの傾き検査装置において、1次リングのピーク強度検出時の基本的な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#1～#6はステップを示す。

【0063】ステップ#1で、図1のフレームメモリ31上にスポット画像を取り込む。次のステップ#2で、強度 $I_1(x, y)$ がピークとなる点 $P(x_p, y_p)$ を求める。

【0064】ステップ#3で、点 $P(x_p, y_p)$ を一端とする n 本の線分 l_1 を設定し、各線分 l_1 上での強度分布 $l_1(x, y)$ を求める。この場合には、先の手順③で説明した式、 $y = (x - x_p) \times (\tan \theta_i) + y_p$ を使用する。

【0065】ステップ#4へ進み、先のステップ#3で求めた n 本の各線分 l_1 に関して、ピークとなる点 $P(x_p, y_p)$ を始点として、 $l_1(x, y) = l_1(x_p, y_p) \times (r_h)$ となる位置 M_i を探す。ステップ#5で、各線分 l_1 に関して、強度が初めて極大または極値の最大値となる位置 R_i を探す。

【0066】ステップ#6で、位置 R_i が1つも存在しないか否かチェックする。もし、位置 R_i が1つでも存在すれば、次の処理（後述の図6、他）へ進み、位置 R_i が1つも存在しなければ、この図5のフローを終了する。

【0067】以上のステップ#1～#6の処理は、先に述べた手順④～⑤の処理であり、先に提案された装置、およびこの発明の対物レンズアクチュエータの傾き検査装置に共通の処理である。以下の説明では、ステップ#1～#6の処理を、基本的な処理と呼ぶ。

【0068】その後、手順⑤で、先の図5のステップ#4で求めた位置 M_i と、ステップ#5で求めた位置 R_i とから、点 P から位置 M_i までの距離 PM_i と、点 P から位置 R_i までの距離 PR_i との比を求める。

【0069】図6は、この発明に検査装置において、1次リングのピーク強度計算時の主要な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#11～#15はステップを示す。ステップ#11で、先の図5のフローの処理を行って、位置 M_i, R_i を求める。すでに述べたように、この処理は、位置 R_i が少なくとも1つ存在する場合である。

【0070】ステップ#12で、先のステップ#11で得られた位置 M_i, R_i から、ピークとなる点 $P(x_p, y_p)$ から位置 M_i までの距離 PM_i と、点 P から位置 R_i までの距離 PR_i とをそれぞれ求め、両者の比 PR_i/PM_i を求める。ステップ#13で、位置 R_i が存在しないかどうかについて、先のステップ#6を求め

(9)

特開平6-24

16

いて、 $PM_i \times \beta = PR_i$ となる位置 R_i を求める。

【0072】ステップ#15で、位置 R_i の強度として、線分 l_1 上の1次リングのピークを求める。以上のステップ#11～#15の処理に、 θ_i ごとの全ての断面について、1次リング度が求められる。

【0073】以上のようにして、各線分 l_1 のリングのピーク強度が求められる。すなわち、示したような、図3の垂直面26における強られるので、1次リングのピーク位置 R_i やのボトム位置、2次暗帯のボトム位置を検知可能である。

【0074】以上が、請求項1に記載された強度 $I(x, y)$ がピークとなる点 $P(x_p, y_p)$ を求める手段と、前記点 $P(x_p, y_p)$ を一像素子上の複数の線分の上における強度分布 $y)(i=1 \sim n)$ を求める手段と、各強度 (x, y) における1次リングのピーク位置 K_i を検出する手段、の構成と動作である。

【0075】この発明では、このようにして次リングのピーク強度から、レンズの傾き歪歪)を定量的に測定する。そこで、先の図4図3の垂直面26における強度分布を用いてグのピーク位置(R_i)だけでなく、1次暗位置や、2次暗帯のボトム位置を検出する。

【0076】図7は、同じく図3の垂直面2強度分布を示す図である。図において、横軸の強度がピークとなる点 P を一端とする線像分 l_i 、縦軸はスポット像の強度 $l_i(x, y)$ 、た、 R_i は1次リングのピーク位置、 A_i はボトム位置、 B_i は2次暗帯のボトム位置、リングのピーク位置 R_i における強度を示す

【0077】この実施例（請求項1の発明）図7に示すような各線分 l_i 上で、1次リング位置 R_i と、1次暗帯のボトム位置 A_i 、2トム位置 B_i 、および1次リングのピーク位ける強度 K_i を検出する。この図7の強度分述べた図4の強度分布の測定と同様の処理にることができる。

【0078】さて、すでに先の図16に関連ように、1次リングの強度は、対物レンズアクタの傾き歪(チルト歪)に敏感であり、図1したように、対物レンズの光軸18と光ディ面とが垂直の場合には、1次リングは左右に

(10)

特開平6-24

17

18

【0079】一般に、対物レンズアクチュエータの傾きは、直交した2方向、例えばラジアル方向の成分rと、タンジェンシャル方向の成分tのように、2つの成分によって表現することができる。そこで、この発明では、2方向に関する定量化を行う。

【0080】図8は、この発明において、線分1*i*が12本の場合に、1次リングにおいて生じる左右のアンバランスを定量化する処理を説明する図である。図において、Pは強度がピークとなる点、1*i*は線分(*i*=1~12)、R₁は線分1*i*上の各位置、A~Dは2方向の軸x、yによって設定される各領域を示す。

【0081】この図8に示すように、まず、線分1*i*上の1次リングのピーク位置(図7のR₁)と、そのピーク強度(図7のK₁)とを、順次求める。この場合には、線分1*i*が12本であるから、12回の測定によって、線分1*i*上の1次リングのピーク位置R₁と、その位置の強度(ピーク強度K₁)、以下、線分1*i*2上のピーク位置R₂、強度K₂、……、線分1*i*2上のピーク位置R₁₂、強度K₁₂、の値が得られる。

$$a = \sum_i K_i \quad \dots\dots (2)$$

$$b = \sum_i K_i \quad \dots\dots (3)$$

$$c = \sum_i K_i \quad \dots\dots (4)$$

$$d = \sum_i K_i \quad \dots\dots (5)$$

【0085】次に、一方向のチルト、例えばy方向のチルトを固定して、他方のx方向のチルトを変化させながら

* 【0082】次に、このようにして得られた分1*i* (*i*=1~12)上の1次リングのピーク位置R₁ (*i*=1~12)について、直交する2本例えばx、yによって、4つの領域に分割し、領域A~Dとする。なお、各境界線(xと、線分1*i*)とが重なった場合には、重なった部分を、両方の領域にいれることも可能であり、これらの領域にもいれないようにしてもよい。

【0083】このように、各線分1*i*を、A~Dに分割し、それぞれの領域におけるピーク強度K₁の総和を、領域A~Dについて、にa~dとすれば、領域Aにおけるピーク強度K₁の総和a、領域Bにおけるピーク強度K₁の総和b、領域Cにおけるピーク強度K₁の総和c、領域Dにおけるピーク強度K₁の総和dは、次の式(2)~(5)に与えられる。

【0084】

【数15】

※ら、成分rを、

$$r = \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d) \quad \dots\dots (6)$$

の式(6)によって求める。このような実験結果を図示すると、次の図9のようなグラフが得られる。

【0086】図9は、{ (a+d) - (b+c) } / (a+b+c+d) の演算によって得られる実験的なチルト

$$t = \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d) \quad \dots\dots (7)$$

の式(7)によって求める。この場合には、次の図10のようなグラフが得られる。

【0088】図10は、{ (a+b) - (c+d) } / (a+b+c+d) の演算によって得られる実験的なチルトの変化状態の一例を示す図である。図の横軸は、y方向のチルト、縦軸は、成分tを示す。

【0089】これらの図9と図10のグラフから明らかに、式(6)と(7)による演算結果、すなわち、成分r、tは、それぞれy方向のチルト、x方向のチルト

★ルトの変化状態の一例を示す図である。図の方向のチルト、縦軸は、成分rを示す。

【0087】次に、逆に、x方向のチルトを他方のy方向のチルトを変化させながら、成分tに使用されている半導体レーザのファクターのバラつき等を抑えることにより、ばらつきと見做すことができる。次で、この第1の1次リングの強度のピーク位置の測定と、き量(チルト量)の演算処理のフローを示す【0091】図11は、1次リングのピークと、レンズの傾き量の演算時の主要な処理のフローチャートである。図において、#21ステップを示す

(11)

特開平6-24

19

20

の領域に分割する。

【0093】ステップ#23で、4つの領域A～Dについて、各領域の1次リングの強度 K_i の総和 $a \sim d$ を求める。ステップ#24へ進み、ステップ#23で求められた総和 $a \sim d$ を用いて、式(2)～(5)による演算を行い、チルト量を計算する。

【0094】以上のステップ#21～#24の処理により、傾き量(チルト量)が求められる。なお、この発明者の実験結果によって、スポットの強度が十分あれば、定数 k_1 、 k_2 の値は、スポット強度にはほとんど依存しないことが確認された。

【0095】したがって、左右のアンバランス量のみが必要で、チルト量に換算する必要がないときは、定数 k_1 、 k_2 を乗ずるのを省略するか、 $k_1 = k_2 = 1$ 、とすればよい。また、2方向に関する定量化は不要で、1方向のみで十分な場合には、領域を分割するための仮想直線を1本として、同様の計算を行えばよい。

【0096】以上のように、この実施例では、先に提案した検査装置と同様に、撮像素子上のスポット画像の強度分布について、その線分11上の1次リングの強度を測定し、そのピーク位置 R_i と、その位置 R_i の強度 K_i とを求める。そして、撮像素子上の仮想直線で分割された領域A～D毎に、1次リングの強度 K_i の総和 $a \sim d$ を求め、式(6)または(7)、あるいは定数 k_1 、 k_2 を乗じた計算を行うことにより、2方向のチルト量、例えばx、y方向のチルト量を求めるようにしている。

【0097】したがって、対物レンズアクチュエータの傾き量(チルト量)を定量的に検出することが可能になる。すなわち、2次元のスポット画像データ(一般にデータ量が多い)を、複数の線分上の強度分布データ(データ量が少ない)として処理することができると共に、1次リングのピーク強度データ(さらにデータ量が少ない)を、簡単な計算で求めることが可能になる(先に提案した検査装置と共通の効果)。

【0098】その上、このようにして得られた1次リン*

$$a = \sum_i S_i \quad \dots\dots (8)$$

$$b = \sum_i S_i \quad \dots\dots (9)$$

$$c = \sum_i S_i \quad \dots\dots (10)$$

$$d = \sum_i S_i \quad \dots\dots (11)$$

* グのピーク強度データに、上記の式(6) または定数 k_1 、 k_2 を乗じた計算を行うり、簡単な計算でスポット画像からチルト量とができる。

【0099】

【実施例2】次に、第2の実施例を説明する例は、主として、請求項2の発明に対応する例では、1次リングのピーク強度のみを使用ト量を演算するので、この1次リングのピー出に誤差が生じた場合や、画像上のノイズがピーク位置に生じた場合等には、チルト量の誤差が生じる可能性がある。

【0100】そこで、この第2の実施例ではグのピーク強度のみでなく、1次リング領域度について、同様の計算を行うことにより、図10に示したグラフの直線性を改善するとト測定の精度を向上させる点に特徴を有してド構成や、1次リングのピーク位置 R_i におの測定等の基本的な処理は、先の第1の実である。

【0101】具体的にいえば、先の図7に示量直線26における強度分布において、1次ム位置A1から2次暗帯のボトム位置B1に強度の総和(S_i とする)を求める点で、先施例と異なっている。すなわち、先の図8の像の強度分布について、各線分11上の1次ム位置(図7のA1)から2次暗帯のボトムのB1)にいたる点の強度の和 S_i を、各領域に求める。

【0102】領域A～Dの各強度の和 S_i をすれば、各領域毎の強度の総和 $a \sim d$ は、次(11)によって求めることができる。

【0103】

【数16】

【0104】このようにして得られた各領域A～Dの強 定数 k_3 、 k_4 を用いて、それぞれ次の式

(12)

特開平6-24

21

22

または、

$$t = k4 \times \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d) \quad \text{----- (13)}$$

【0105】以上のような演算を行うことによって、アンバランス量をチルト量に換算することができる。なお、請求項2では、定数k1、k2と記載したが、請求項1の定数k1、k2と異なる値であることを示すために、この第2の実施例では、定数k3、k4として区別した表現を用いている。この第2の実施例の処理は、1次リング領域の全体の強度の和S1を求める点で、先の第1の実施例と異なるだけであるから、先の図11のフローでは、ステップ#23で、1次リング領域の全体の強度の和S1を求めればよい。

【0106】したがって、フローの図示は省略する。この第2の実施例によれば、先の第1の実施例に比べて、誤差が生じる可能性が減少されるので、チルト量の検出精度が向上される。なお、計算の処理は、多少増加する。

【0107】

【実施例3】次に、第3の実施例を説明する。この実施例は、主として、請求項3の発明に対応する。先の第2の実施例では、1次リング領域の全体の強度について、計算を行うことにより、チルト測定の精度を向上させたが、この場合に、各線分1i毎にフレームメモリ上の画素数が異なる場合があり、図9や図10のグラフの直線性に影響を与える可能性がある。

【0108】この第3の実施例でも、1次リング領域の全体の強度を求める点では共通するが、先の第2の実施例をさらに改良し、各線分1i毎の画素数の差に起因するグラフの直線性を一層改善した点に特徴を有している。具体的にいえば、各線分1i毎の画素数の差が、チルト量の検出結果に影響しないように、画素数で割ることによって正規化する。

【0109】先の図7に示したスポット画像の強度分布*

$$a = \sum_i (S_i / m_i) \quad \text{----- (14)}$$

$$b = \sum_i (S_1 / m_i) \quad \text{----- (15)}$$

$$c = \sum_i (S_i / m_i) \quad \text{----- (16)}$$

$$d = \sum_i (S_i / m_i) \quad \text{----- (17)}$$

【0114】そして、得られた値a～dを使用して、先の式(6)、または(7)、あるいは定数k1、k2を垂れた

*において、その1次リングのピーク位置R1、1次暗帯のボトム位置Aiと2次暗帯のボトムとの間の画素数をmiとする。この場合には、各線分1i (i=1～n)の1次リングは、それぞれ画素数miが存在することになる。【0110】この図8で、ある線分1i上、2の線分12上では、1次リング領域の画素0であるとすれば、この場合には、20画素和Siが求められ、また、i=3の線分13 i=18であるとすれば、18画素分の強度求められることになる。そのため、単に、1域全体の強度を求めると、1次リング領域内相違によって、チルト量の検出結果に影響をねがある。

【0111】そこで、先の第2の実施例と同図8のスポット画像の強度分布について、各の1次暗帯のボトム位置(図7のAi)からボトム位置(図7のB1)にいたる点の強度を、各領域A～D毎に求めると共に、各線分1次リング領域の画素数miを求め、各領域A強度の和Siを、その領域内の1次リング領域miで割って(各領域A～D毎にSi/mi)る)、1次リング領域全体の平均強度を求め

【0112】このように、各線分1i毎に、ボトム位置Aiと2次暗帯のボトム位置B1での強度の和Siと、その間の画素数miとSiを画素数miで除して、正規化する。その領域A～D毎に、次の式(14)～(17)によって、a～dを演算する。

【0113】

【数17】

【0115】

【実施例4】次に、第4の実施例を説明する

(13)

特開平6-24

23

24

ことを目的とする。このように、チルトに対する感度を高めれば、それだけ微少なチルトを検出することが可能となり、測定精度を上げることができる。

【0117】先の図7において、スポットの強度は、1次暗帯ボトム位置A₁や、2次暗帯のボトム位置B₁においても、必ずしも“0”ではない。他方、チルト量に応じて、顕著なアンバランスが生じるのは、位置A₁から位置B₁にいたるまでの部分である。

【0118】この場合に、先の式(6)や(7)のような成分r、t、すなわち、「差/和」の形式の演算によって求められる計算値を大きくするためには、分子である「差」の値はなるべく変えずに、分母である「和」の値を小さくすればよい。そのために、この第4の実施例では、図7に示した各強度分布I_i(x、y)上において、1次リングのピーク位置R_i(i=1~n)の強度K_iの最大値を超えない定数BGL(バックグラウンドレベル)を使用し、先の第1から第3の実施例で求めた各領域A~Dにおける強度の総和a~dから、定数BGLを減じた後、式(6)や(7)による「差/和」の形式の演算を行って、成分r、tを求める点に特徴を有している。

【0119】具体的には、第1の実施例の場合には、次のような各領域A~Dにおける強度の総和a~dを求める。

【0120】

【数18】

$$a = \sum_i (K_i - BGL)$$

$$b = \sum_i (K_i - BGL)$$

$$c = \sum_i (K_i - BGL)$$

$$d = \sum_i (K_i - BGL)$$

*

$$r = k5 \times \{ (a + d) - (b + c) \} / (a + b + c + d)$$

..... (18)

または、

$$t = k6 \times \{ (a + b) - (c + d) \} / (a + b + c + d)$$

..... (19)

【0124】なお、この場合の定数k5、k6は、小さな値とすることによって、チルトに対する感度が高くなるので、適当な値を選択する。以上のように、この第4の実施例では、定数BGLを使用して、4つの領域A~Dにおける各強度の総和a~dから、減算するとともに

*【0121】同様に、第2の実施例の場合にうな演算を行う。

【数19】

$$a = \sum_i (S_i - BGL)$$

【数20】

$$b = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$c = \sum_i (S_i - BGL)$$

$$d = \sum_i (S_i - BGL)$$

【0122】さらに、第3の実施例の場合にうな演算を行う。

【数21】

$$a = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$b = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$c = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

$$d = \sum_i [(S_i - BGL) / m_i]$$

【0123】その後、定数k5、k6を使用、それ次の式(18)あるいは(19)による演算を行

30

(14)

特開平6-24

25

26

ム位置A_i (i=1~n)の強度の最小値を、定数BGLに選択する(請求項5の発明)。

【0127】このように、1次暗帯のボトム位置A_i (i=1~n)の強度の最小値を、定数BGLに設定すると、場合によって、ノイズの影響を受ける可能性がある。そこで、このようなノイズの影響を回避するために、1次暗帯のボトム位置A_i (i=1~n)の強度の*

$$(\text{位置} A_i \text{ の強度の平均値}) = \sum_{i=1}^n (A_i / n) \quad \dots (20)$$

【0129】以上が第5の実施例であるが、スポットの良不良によって、ある線分1:上の1次暗帯の強度が、他の線分1:(断面)の1次暗帯の強度に比べて、不当に大きくなることもある。したがって、スポットの状態に応じて、最適な方法、すなわち、1次暗帯のボトム位置A_iの強度の最小値、あるいはその最小値の平均値を使用する。

【0130】

【実施例6】最後に、第6の実施例を説明する。この実施例は、主として、請求項7の発明に対応するが、請求項1から請求項6の発明にも関連している。これまでに説明した第1から第5の実施例は、常に、スポットの強度がピークとなる点Pを中心にして検査する場合である。

【0131】しかし、スポットの強度が全体的に強く、*

$$x_g = \frac{\sum_i \{I(i, j) * i\}}{\sum_i I(i, j)} \quad \dots (21)$$

【数23】

$$y_g = \frac{\sum_j \{I(i, j) * j\}}{\sum_j I(i, j)} \quad \dots (22)$$

【0134】ここで、総和は、i(i, j) ≥ I_{th}以上である全ての(i, j)について演算する。

【0135】このような演算によって得られる重心G(x_g, y_g)を用いれば、ピーク付近の飽和を気にする必要なしに、スポットの強度を上げて、1次リングのピークを検出することができる。また、このように、全体の強度を上げた場合には、リング部分の強度も上がるので、1次リングのピークが検出し易くなる、という利点も生じる。

【0136】この第6の実施例では、先に説明した各実施例で、点P(x, y)を、先の式(21)と(22)に示した点G(x_g, y_g)に置き換わればよい。したがって、

* 最小値の平均値を、定数BGLに設定する(発明)。

【0128】1次暗帯のボトム位置A_i (i=1~n)の強度の最小値の平均値は、次の式(20)によれる。

【数22】

10※ カメラからの出力がピーク付近で飽和している場合は、強度がピークとなる点Pを検知すること。図12は、カメラからの出力がピーク付いている場合のスポットの強度分布の一例を示す。図の29は飽和部分を示す。

【0132】この図12に示すように、スポが全体的に強く、カメラからの出力がピーク飽和している場合には、点P(x_p, y_p)強度I(x, y)がしきい値I_{th}以上である布の重心G(x_g, y_g)で代用することがこで、強度分布I(x, y)の重心G(x_g, y_g)は、次の式(21)と(22)で定義される。

【0133】

【数22】

とし、各領域の1次リングのピーク強度の総a, b, c, dとし、かつ、k1, k2を定

き、
k1 × { (a + d) - (b + c) } / (a + d)

または、

k2 × { (a + b) - (c + d) } / (a + d)

を演算する手段を備えている。したがって、のピーク強度のみを使用した簡単な計算によって画像からチルト量(レンズの傾き量)が定量的に検査が可能になる

(15)

特開平6-24

27

28

度の総和を順に、 a 、 b 、 c 、 d とし、かつ、 $k1$ 、 $k2$ を定数としたとき、

$$k1 \times \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$$

または、

$$k2 \times \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d)$$

を演算する手段を備えている。したがって、1次リング領域全体の強度による計算が行われるので、チルトに対する計算値の直線性が向上され、スポット画像から正確にチルト量を求めることができる。

【0139】請求項3の検査装置では、請求項2の検査装置において、1次暗帯のボトム位置 $A1$ から2次暗帯のボトム位置 $B1$ にいたる点までの1次リング領域の画素数 $m1$ を算出し、その強度の和 $S1$ を、それぞれ画素数 $m1$ で除して、各領域 $A \sim D$ 毎の1次リング強度の総和 $a \sim d$ を求め、

$$k1 \times \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$$

または、

$$k2 \times \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d)$$

を演算する手段を備えている。したがって、1次リング領域全体の平均強度による計算が行われるので、チルトに対する計算値の直線性がさらに向上され、スポット画像からより一層正確にチルト量を求めることができる。

【0140】請求項4の検査装置では、請求項1から請求項3の検査装置において、チルト量に対する感度(図9や図10のグラフの傾き)を向上させるために、チルトの計算に、1次リングの強度のピーク位置 $R1$ の強度($K1$)の最大値を超えない定数 BGL を使用し、4つの各領域 $A \sim D$ における強度の総和 $a \sim d$ から、先の定数 BGL を引いた値を用いて、

$$k1 \times \{ (a+d) - (b+c) \} / (a+b+c+d)$$

または、

$$k2 \times \{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d)$$

を演算する手段を備えている。したがって、チルトに対する計算値の感度が向上され、スポット画像からより正確なチルト量が得られる。

【0141】請求項5の検査装置では、請求項4の検査装置における定数 BGL として、スポット画像の各強度分布 $I1(x, y)$ 上で、1次暗帯のボトム位置 $A1$ の強度の最小値を選択している。したがって、請求項4の

強度の平均値を選択している。したがって、検査装置の効果に加えて、ノイズに対して BGL の値を求めることができる。

【0143】請求項7の検査装置では、請求項6の検査装置において、スポット画像のク点 $P(xp, yp)$ の代りに、強度 I (x さい値 i 以上である点の強度分布の重心 Gg)を用いて演算処理を行う手段を有して、ピーク付近の飽和を気にする必要なしの強度を上げて測定することが可能になり、グのピークが検出し易くなるので、測定精度る。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の対物レンズアクチュエー検査装置について、その要部構成の一実施例をブロック図である。

【図2】この発明において、1次リングの強本原理を説明するスポットの強度分布の一例ある。

【図3】光ビツクアップにおける一般的な強度分布の一例を示す立体図である。

【図4】図3の垂直面26における強度分布ある。

【図5】先に提案された対物レンズアクチュ検査装置において、1次リングのピーク強基本的な処理の流れを示すフローチャートで

【図6】この発明に検査装置において、1次ーク強度計算時の主要な処理の流れを示すフトである。

【図7】同じく図3の垂直面26における強ず図である。

【図8】この発明において、線分 11 が12に、1次リングにおいて生じる左右のアンバ置化する処理を説明する図である。

【図9】 $\{ (a+d) - (b+c) \} / (a+d)$ の演算によって得られる実験的なチルトの一例を示す図である。

【図10】 $\{ (a+b) - (c+d) \} / (a+b+c+d)$ の演算によって得られる実験的なチル態の一例を示す図である。

【図11】1次リングのピーク強度検出と、き量の演算時の主要な処理の流れを示すフロである。

【図12】カメラからの出力がピーク付近でス場合のスポットの強度分布の一例を示す図

(16)

特開平6-24

30

29

図である。

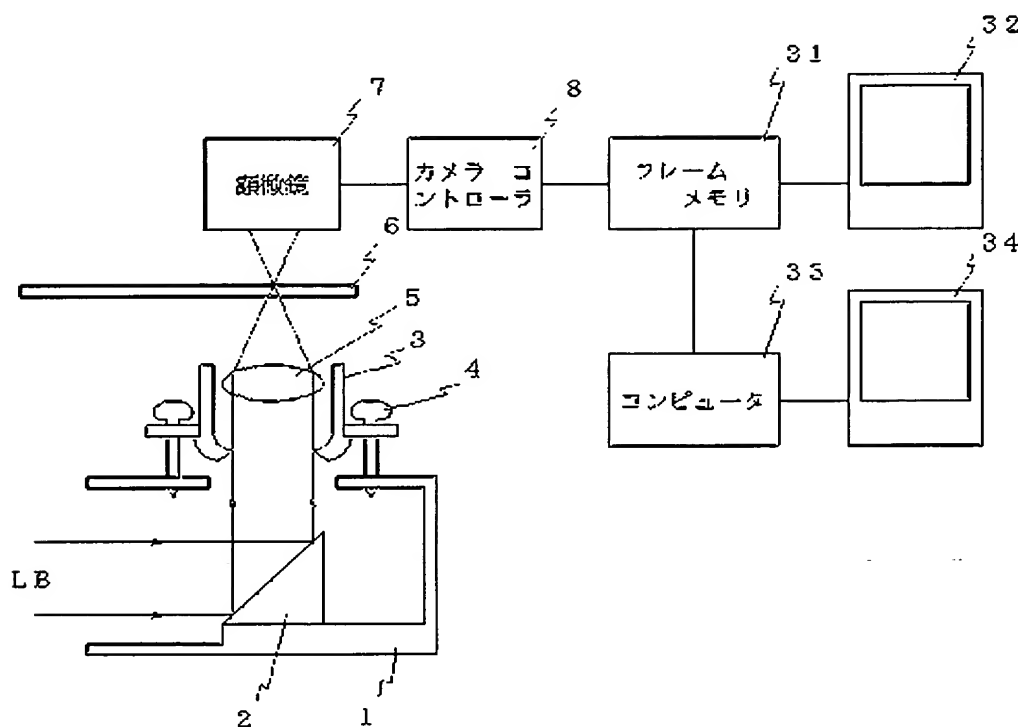
【図16】対物レンズアクチュエータの傾きと、1次リ
ングの強度との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 1 光ピックアップのハウジング
- 2 偏向プリズム
- 3 アクチュエータ
- 4 ネジ
- 5 対物レンズ

- * 6 カバーガラス
- 7 顕微鏡
- 8 カメラコントローラ
- 9 TVモニター
- LB レーザ光
- 31 フレームメモリ
- 32 9と同様なTVモニター
- 33 コンピュータ
- * 34 ディスプレイ

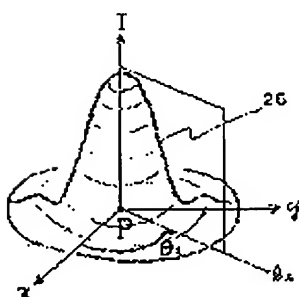
【図1】



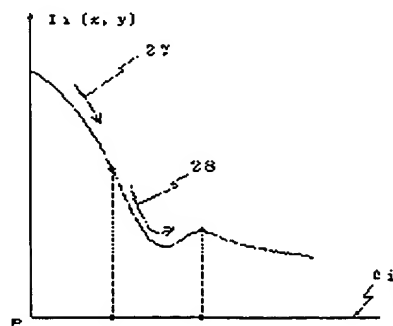
【図2】



【図3】



【図4】



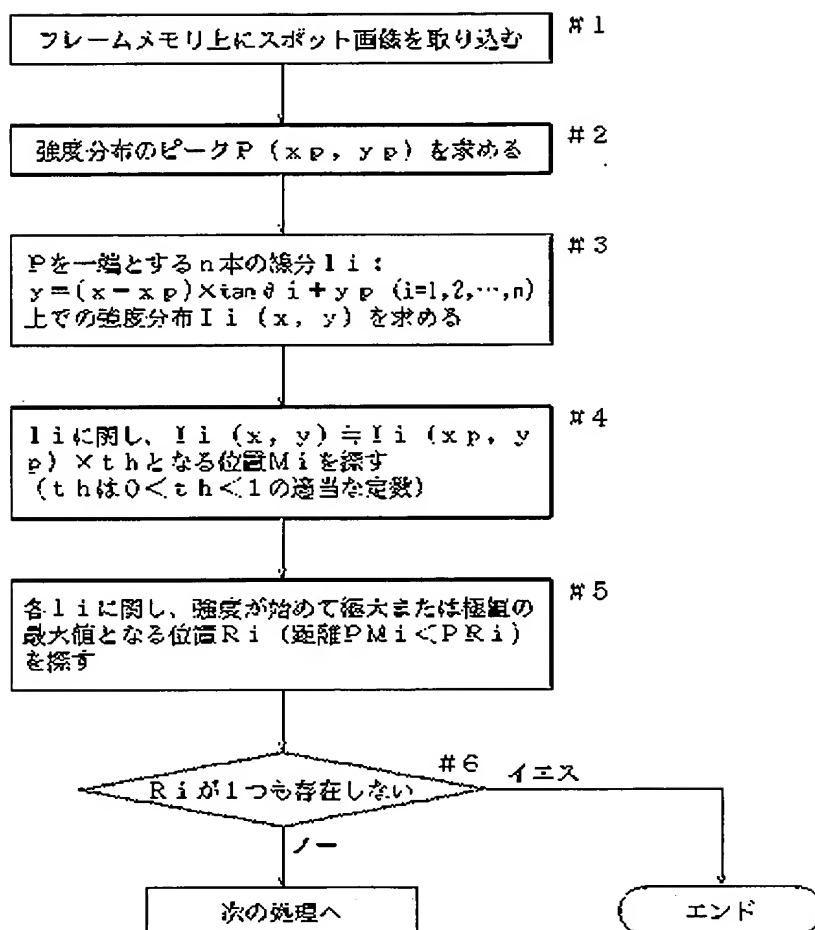
【図7】



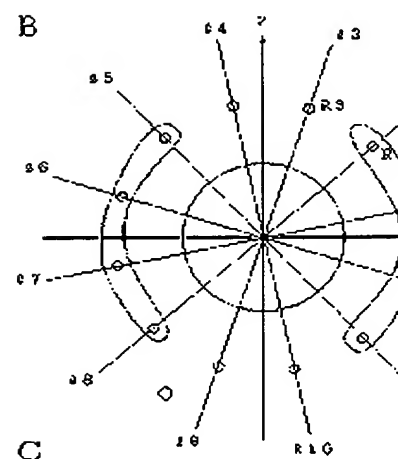
(17)

特開平6-24

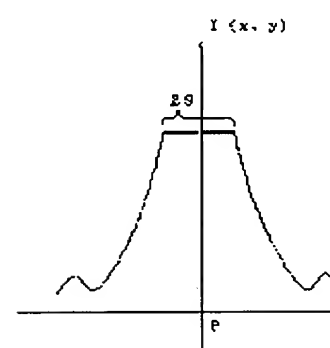
【図5】



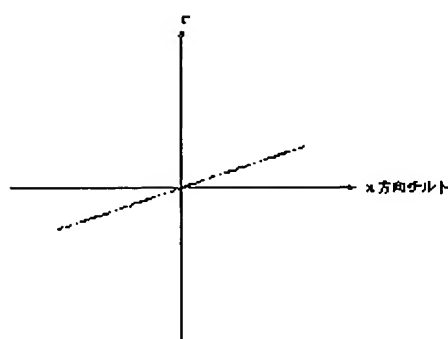
【図8】



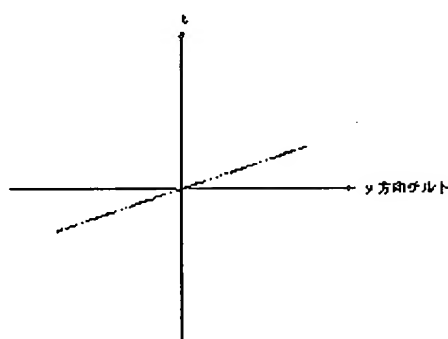
【図12】



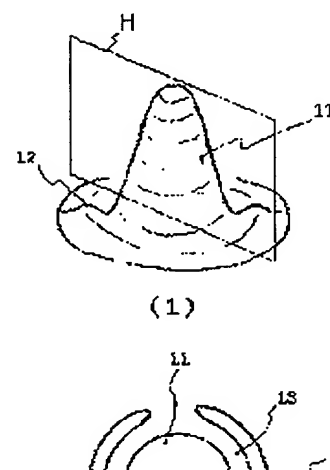
【図9】



【図10】



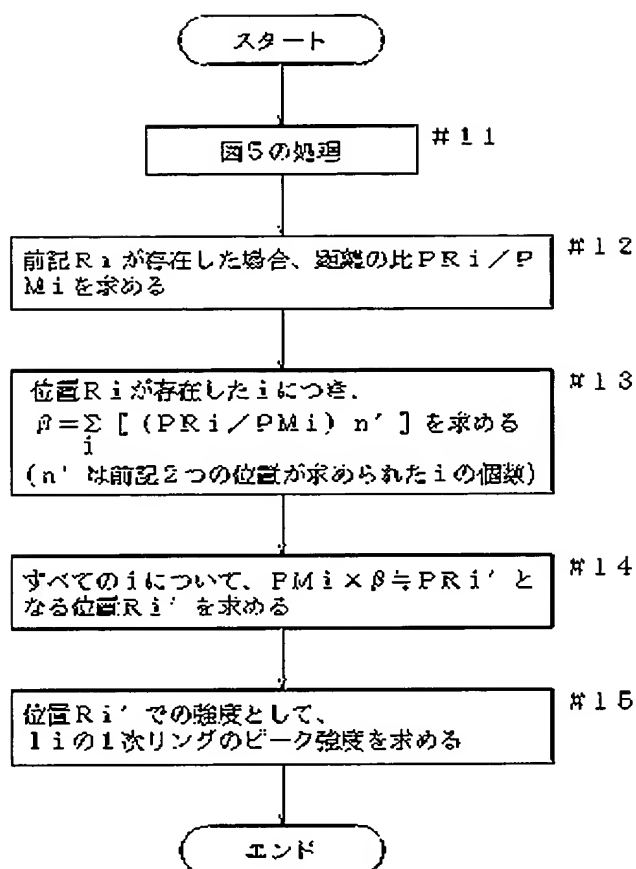
【図14】



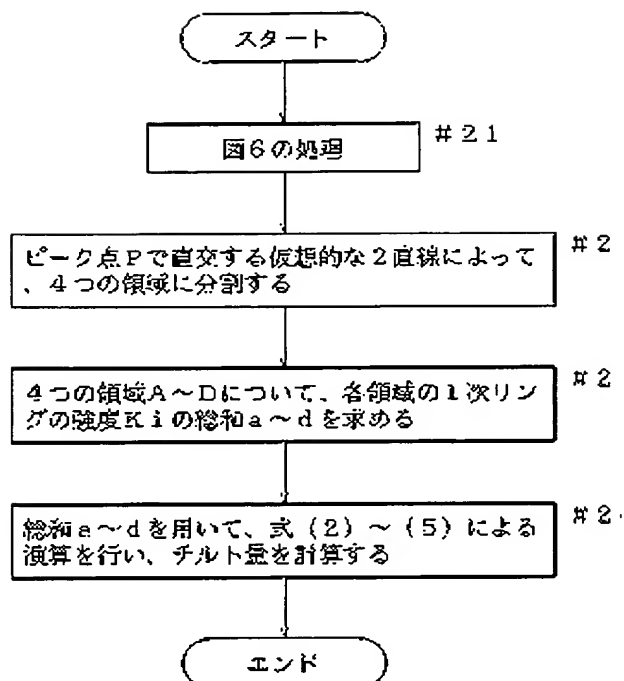
(18)

特開平6-24

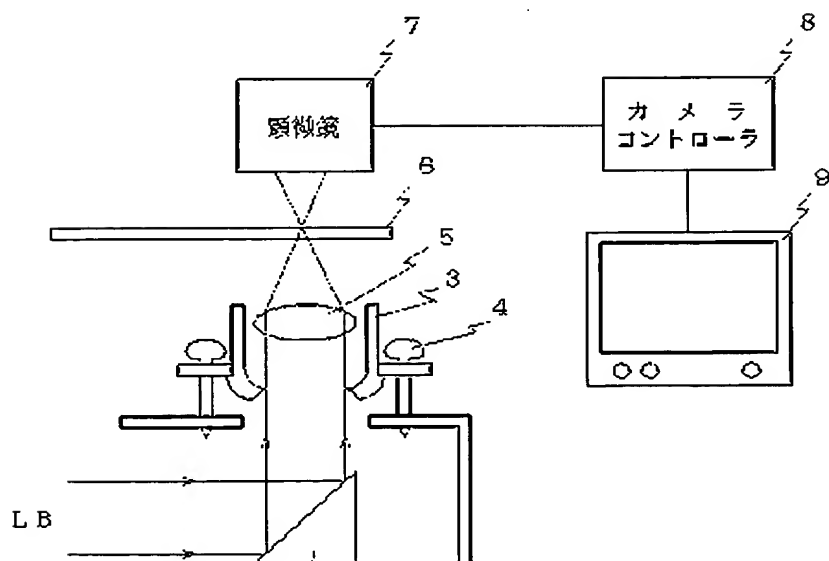
【図6】



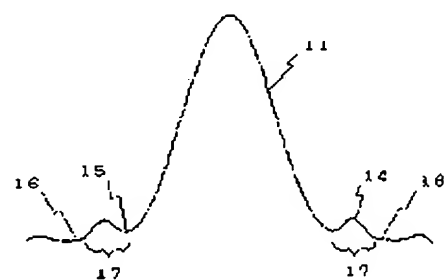
【図11】



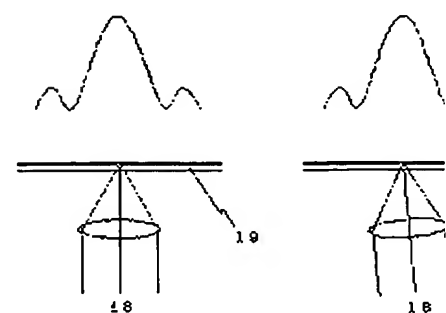
【図13】



【図15】



【図16】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.